



PAPER – OPEN ACCESS

Penjadwalan Produksi pada Unit Daun Pintu dengan Menggunakan Metode Simulated Annealing

Author : Rosnani Ginting dan Bayu Suwandira
DOI : 10.32734/ee.v2i3.749
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 2 Issue 3 – 2019 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Penjadwalan Produksi pada Unit Daun Pintu dengan Menggunakan Metode *Simulated Annealing*

Rosnani Ginting¹, Bayu Suwandira²

^{a,b}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Medan, 20155, Universitas Sumatera Utara

¹rosnani_usu@yahoo.co.id, ²bayusuwandira27@gmail.com,

Abstrak

Masalah penjadwalan produksi di lantai pabrik terkait dengan kemampuan perusahaan untuk memenuhi seluruh order yang datang sesuai dengan batas waktu penyerahan (due date) yang telah ditentukan. PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi produk daun pintu berdasarkan pesanan pelanggan (job order). Produk daun pintu model Colonial 8P merupakan produk unggulan perusahaan karena selalu dipesan pelanggan dalam jumlah besar. Produk-produk yang dihasilkan hanya untuk diekspor ke Singapura, Amerika, Australia, dan Afrika Selatan. Dalam penelitian ini, disajikan konsep pengurutan job aktual di perusahaan berdasarkan data waktu proses di 12 stasiun kerja dengan metode stopwatch time study. Perhitungan makespan aktual didasarkan atas metode Least Slack Time. Kemudian, akan dibangun sebuah simulasi model untuk mendapatkan urutan job usulan dengan metode Simulated Annealing (SA) untuk mendapatkan makespan terkecil. Solusi pemecahan masalah diperoleh berdasarkan kombinasi urutan job yang dilakukan secara random sebanyak 30 iterasi setiap penurunan temperatur sampai mencapai kondisi steady state, dimana tidak ada lagi solusi yang diterima. Kondisi steady state terjadi pada temperatur 180,5 dimana tidak lagi didapatkan makespan yang lebih kecil dari makespan sebelumnya. Nilai makespan terkecil terjadi pada urutan job Napoleon 6P-Carolina 6P-Colonial 6P-Colonial 8P-Colonial 4P. Dan dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa penjadwalan usulan dengan metode simulated annealing mendapatkan hasil yang lebih baik daripada penjadwalan aktual.

Kata Kunci : Penjadwalan Produksi, Makespan, Duedate, Simulated Annealing.

Abstrack

Production scheduling issues on the factory floor are related to the company's ability to fulfill all orders that come in accordance with the specified due date. PT. XYZ is a manufacturing company that produces door leaf products based on customer orders (job orders). The Colonial 8P door leaf product is the company's flagship product because it is always ordered by customers in large quantities. The products produced are only for export to Singapore, America, Australia and South Africa. In this study, presented the concept of sequencing the actual job in the company based on process time data in 12 work stations with the stopwatch time study method. The actual makespan calculation is based on the Least Slack Time method. Then, a simulation model will be built to get the proposed job sequence using the Simulated Annealing (SA) method to get the smallest makespan. Solution to solving the problem is obtained based on a combination of job sequences performed randomly as many as 30 iterations each decrease in temperature until it reaches steady state conditions, where no more solutions are received. The steady state condition occurs at a temperature of 180.5 where no longer is the makespan that is smaller than the previous makespan. The smallest makespan value occurs in the sequence of jobs Napoleon 6P-Carolina 6P-Colonial 6P-Colonial 8P-Colonial 4P. And from the results of this study it was concluded that the scheduling of proposals using the simulated annealing method got better results than the actual scheduling.

Keyword: Production Scheduling, Makespan, Duedate, Simulated Annealing.

Penjadwalan pekerjaan pada mesin sangat perlu dilakukan oleh perusahaan untuk menyusun suatu urutan prioritas kerja (sequencing) yang sesuai dengan loading beban kerja pada seluruh stasiun kerja jika telah dapat dipastikan kebutuhan (requirements) akan segala sumber telah terpenuhi.

Hampir semua permasalahan utama dari rantai produksi flowshop sebuah perusahaan adalah masalah penjadwalan produksi, terutama dalam menentukan efisiensi urutan pekerjaan (jobs) yang akan dikerjakan [1]. Kegagalan dalam menjadwalkan urutan pengerjaan jobs pada mesin akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian jobs dan rendahnya utilitas mesin yang pada akhirnya akan mengakibatkan biaya produksi yang tinggi [2]. Oleh karena itu, metode penjadwalan mesin bisa menjadi salah satu alternative cara untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan job dan mesin. Salah satu metode penjadwalan job dan mesin yang cukup populer adalah Simulated Annealing (SA) [3]. Masalah penjadwalan produksi flow shop terbukti dapat diselesaikan menggunakan algoritma Simulated Annealing (SA) dengan tujuan meminimalkan makespan dan total flow time. Algoritma Simulated Annealing dapat diterapkan dengan baik dalam penjadwalan produksi yang digolongkan ke dalam flow shop. Tidak hanya dapat diterapkan, algoritma ini bahkan sangat efektif karena mampu mengatasi penjadwalan dengan jumlah job banyak (15 job) dengan waktu proses yang relative cepat dan hasil penjadwalan yang baik. Penjadwalan usulan dengan metode algoritma Simulated Annealing menghasilkan makespan 13% lebih kecil dari penjadwalan awal dan dengan metode ini penjadwalan job dapat terpenuhi, dan tidak terjadi keterlambatan.

PT. XYZ yang memproduksi produk daun pintu berdasarkan pesanan (make to order) sering mengalami keterlambatan penyelesaian order. Dari fakta di lapangan, teramati bahwa *Makespan* yang dihasilkan dari penjadwalan realtime yang diterapkan perusahaan masih lebih besar dari due date yang telah ditentukan customer [4]. Order yang datang terdiri dari beberapa tipe varian produk dalam sekali order dengan jumlah tertentu. Hal ini juga menambah kesulitan dari pengerjaan seluruh order tersebut, sehingga menimbulkan masalah terhadap waktu total penyelesaian order secara keseluruhan. Beberapa komponen yang telah selesai diselesaikan beberapa tiap stasiun kerja bersifat multiguna, artinya tidak hanya diperuntukkan untuk satu jenis varian produk, namun dapat digunakan oleh beberapa jenis varian produk lainnya.

Dari penjelasan di atas dapat dianalisis bahwa masih terjadi keterlambatan penyelesaian seluruh order dari kondisi penjadwalan yang ada. Untuk itu perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai pelaksanaan produksi dengan teknik penjadwalan produksi aktual dan membuat penjadwalan usulan dengan metode *Simulated Annealing* (SA) untuk mengurangi keterlambatan waktu dan mempercepat waktu penyelesaian order sehingga tidak terjadi keterlambatan waktu pengiriman produk ke tangan konsumen.

Tabel 1. Permintaan Produk Bulan Desember 2010

Job	Tipe	Jumlah (Pcs)	Due Date (Hari)
1	Colonial 8P	4000	20
2	Napoleon 6P	2500	20
3	Colonial 6P	1250	20
4	Colonial 4P	1250	20
5	Carolina 6P	1250	20

Dari data permintaan, menunjukkan adanya keterlambatan order yang terjadi yaitu sebanyak 20 pada tiap tipe daun pintu. Diperlukan adanya metode penjadwalan produksi yang tepat untuk menghindari hal semacam ini. Dengan adanya metode penjadwalan produksi yang tepat, diharapkan total waktu penyelesaian keseluruhan produk (*Makespan*) menjadi lebih singkat. Berdasarkan masalah yang telah diuraikan, model alternatif model yang akan dianalisis adalah model penjadwalan *Simulated Annealing*.

Data pada jurnal ini diperoleh dari tugas sarjana Dian Amru Damanik dengan judul *Penjadwalan Produksi Dengan Metode Simulated Annealing Pada Unit Produksi Daun Pintu Di PT. Mahogany Lestari*

1. Metode Penelitian

Ditinjau dari tujuannya, penelitian ini termasuk penelitian terapan (*applied research*), karena penelitian ini ditujukan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi di perusahaan yang menjadi objek penelitian.

Ditinjau dari metode yang digunakan, penelitian ini termasuk penelitian evaluasi. Hasil rancangan yang diberikan dalam penelitian ini akan diusulkan dan dibandingkan terhadap metode aktual yang ada.

Ditinjau dari tingkat eksplanasi, penelitian ini termasuk penelitian deskriptif, karena penelitian ini memaparkan setiap variabel yang mempengaruhi masalah yang ada sekarang secara sistematis dan faktual berdasarkan data yang ada.

Penjadwalan dengan metode *Simulated Annealing* memiliki langkah- langkah sebagai berikut:

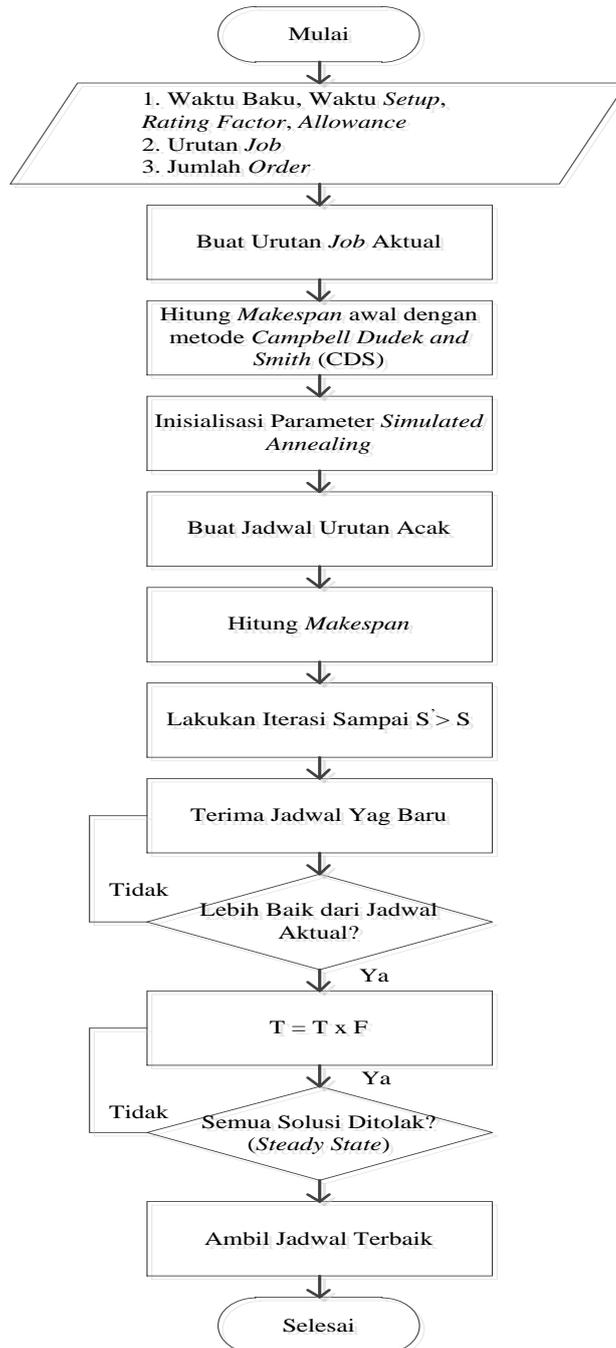
1. Menentukan solusi awal penjadwalan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan *Makespan* sesuai dengan penjadwalan order yang ada di perusahaan pada keadaan aktual. Tahap ini penting dilakukan untuk mengetahui total waktu penyelesaian seluruh job order yang datang. Penjadwalan yang diterapkan pada PT XYZ dilakukan berdasarkan prioritas urutan selisih antara due date dan waktu proses dari yang terkecil hingga yang terbesar. Metode ini dikenal sebagai metode Least Slack Time. Dengan metode ini akan dihitung nilai *Makespan* (total penyelesaian order) dengan urutan pengerjaan job yang telah ditetapkan perusahaan.

2. Menentukan temperatur awal (T0)

- 334 Sebelum melakukan pencarian solusi dan Bayar lebih dahulu / ditentukan temperatur awal (200) temperatur awal dalam penelitian ini ditentukan sebesar $T = 200$. Temperatur awal ini cukup besar tujuannya adalah untuk mendapatkan ruang solusi yang lebih besar pada tahap awal pencarian solusi.
- Menentukan kondisi baru dengan melakukan iterasi. Iterasi dilakukan dengan menukar urutan *job* yang akan dikerjakan.
 - Mengevaluasi solusi baru yang layak diterima. Jika solusi baru (S') lebih baik dari solusi sebelumnya (S), maka solusi baru dijadikan menjadi solusi sekarang. Jika tidak, dibangkitkan bilangan random (r) $[0,1]$ yang dibandingkan dengan probabilitas penerimaan $p' = \exp(-\Delta S/T)$. Apabila $r < p'$ maka solusi baru diterima sebagai solusi sekarang, dan apabila $r > p'$ solusi baru ditolak.
 - Menentukan solusi penjadwalan yang terbaik. Penentuan solusi terbaik dilakukan setelah algoritma dihentikan atau sudah berada dalam kondisi steady state. Menurut Syresh dan Sahu (1993) menggunakan kriteria penghentian, yaitu bila sudah ada tiga temperatur berturut-turut sama, berarti sudah tidak ada lagi transisi yang diterima, atau tidak ada perbaikan nilai fungsi objektif, maka algoritma dihentikan. Jadi algoritma berhenti apabila dalam 3 kali penurunan suhu sudah tidak ada solusi yang lebih baik dari solusi sebelumnya yang diterima sesuai dengan solusi objektif. Dalam kondisi ini, algoritma dihentikan dan solusi yang telah ditemukan sudah optimal.

Adapun *Flow Chart Simulated Annealing* dalam Pengurutan *Job* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flow Chart Simulated Annealing* dalam Pengurutan *Job*

3. Hasil dan Pembahasan

Data jumlah mesin yang diambil berdasarkan mesin-mesin yang digunakan untuk proses produksi daun pintu dari awal (bahan baku siap olah) yaitu dari proses pengetaman hingga proses akhir yaitu packing. Untuk tiap varian produk, semuanya melewati semua mesin yang sama namun dengan perbedaan waktu proses yang dikarenakan perbedaan spesifikasi dan jumlah panel yang dirakit. Data jumlah mesin di lantai produksi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Mesin, Operator dan Waktu *Setup* di Setiap Stasiun Kerja

<i>Work Center</i>	Nama Mesin	Jumlah (Unit)	Jumlah Operator Per Unit (Org)	Waktu <i>Setup</i>
I	Mesin Ketam 4 Sisi	2	2	20
II	Mesin <i>Roll</i>	2	2	20
III	Mesin Ketam 2 Sisi	2	2	20
IV	Mesin Potong	2	2	20
V	Mesin Profil	1	2	10
VI	Mesin Bor	1	2	5
VII	Mesin <i>Dowell</i>	1	1	5
VIII	(Manual oleh operator)	0	3	-
IX	(Manual oleh operator)	0	3	-
X	Mesin Press	1	3	5
XI	(Manual oleh operator)	0	4	-
XII	(Manual oleh operator)	0	3	-

Dari hasil penelitian terhadap kondisi pengerjaan order aktual di lantai pabrik, masih terjadi keterlambatan penyelesaian seluruh order yang ada. Order yang seharusnya selesai dikerjakan selama 20 hari untuk seluruh order, namun nyatanya diselesaikan selama 23 hari, sehingga terlambat 3 hari. Keterlambatan ini tidak hanya disebabkan oleh urutan job kerja mesin, namun dapat juga disebabkan oleh faktor-faktor lain yaitu ketersediaan bahan baku yang tidak optimal, kapasitas operator yang tidak concern dan memiliki budaya kerja yang tinggi, serta kondisi mesin produksi yang kurang produktif yang dapat mengakibatkan pemuluran waktu proses di tiap work center.

Selama penelitian dilakukan, terjadi masalah kekurangan bahan baku yaitu kayu durian, dan terjadi insersi bahan baku dari pihak di luar supplier. Kekurangcermatan terhadap pemeriksaan kadar air juga terjadi, yang dapat menyebabkan terjadinya peregangan sambungan kayu, kerusakan fisik berupa retak atau pecah, dan timbulnya penyusutan ukuran panel. Jika ini terjadi dalam jumlah dapat mengakibatkan kekurangan jumlah batch dalam satu order. Hal ini menuntut tambahan waktu untuk pembuatan ulang produk-produk yang rusak, dan secara umum dapat merusak jadwal produksi sehingga order selesai lebih lama.

Berdasarkan data yang diperoleh pada bulan Desember 2010 urutan job yang dikerjakan berdasarkan kondisi aktual adalah Colonial 8P, Napoleon 6P, Carolina 6P, Colonial 6P, dan Colonial 4P. Berdasarkan urutan tersebut dilakukan penjadwalan dengan metode *Campbell Dudek and Smith* (CDS). Berdasarkan urutan yang diperoleh dengan pendekatan *Campbell Dudek and Smith* (CDS) tersebut, maka dilakukan perhitungan makespan yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Waktu Penyelesaian Tiap *Job* (Menit)

<i>Job</i>	Colonial 8P	Napoleon 6P	Carolina 6P	Colonial 6P	Colonial 4P
tj,1	1945,473	1223,421	621,710	621,710	621,710
tj,2	411,789	264,868	142,434	142,434	142,434
tj,3	1526,543	961,590	490,795	490,795	490,795
tj,4	1986,292	911,237	465,618	465,618	376,237
tj,5	2271,770	1015,774	512,887	512,887	343,758
tj,6	872,033	384,789	194,895	194,895	117,792
tj,7	765,667	480,417	242,708	242,708	242,708
tj,8	1602,869	751,345	375,672	375,672	250,448
tj,9	1820,206	853,221	426,611	426,611	284,407
tj,10	2716,481	1429,209	717,105	717,105	424,052
tj,11	7920,886	3712,915	1990,951	1866,742	1244,495
tj,12	1827,875	1142,422	571,211	571,211	571,211

Tabel 4 Hasil Perhitungan *Makespan* Aktual (Menit)

<i>Job</i>	Colonial 8P	Napoleon 6P	Carolina 6P	Colonial 6P	Colonial 4P	
tj,1	Mulai	0	1945,473	3168,894	3790,604	4412,315
	Selesai	1945,473	3168,894	3790,604	4412,315	5034,025
tj,2	Mulai	1945,473	3168,894	3790,604	4412,315	5034,025
	Selesai	2357,262	3433,762	3933,038	4554,749	5176,459
tj,3	Mulai	2357,262	3883,805	4845,395	5336,189	5826,984
	Selesai	3883,805	4845,395	5336,189	5826,984	6317,779
tj,4	Mulai	3883,805	5870,097	6781,334	7246,952	7712,571
	Selesai	5870,097	6781,334	7246,952	7712,571	8088,808
tj,5	Mulai	5870,097	8141,866	9157,640	9670,528	10183,415
	Selesai	8141,866	9157,640	9670,528	10183,415	10527,172
tj,6	Mulai	8141,866	9157,640	9670,528	10183,415	10527,172
	Selesai	9013,899	9542,430	9865,422	10378,309	10644,965
tj,8	Mulai	9013,899	10616,768	11368,113	11743,785	12119,458
	Selesai	10616,768	11368,113	11743,785	12119,458	12369,906
tj,9	Mulai	10616,768	12436,974	13290,195	13716,806	14143,417
	Selesai	12436,974	13290,195	13716,806	14143,417	14427,824
tj,10	Mulai	12436,974	15153,455	16582,664	17299,769	18016,873
	Selesai	15153,455	16582,664	17299,769	18016,873	18440,926
tj,11	Mulai	15153,455	23074,341	26787,257	28778,208	30644,951
	Selesai	23074,341	26787,257	28778,208	30644,951	31889,445
tj,12	Mulai	23074,341	26787,257	28778,208	30644,951	31889,445
	Selesai	24902,216	27929,679	29349,419	31216,161	32460,656

Tabel 5 Perhitungan *Makespan* WC VII (Menit)

<i>Job</i>	Colonial 8P	Napoleon 6P	Carolina 6P	Colonial 6P	Colonial 4P	
tj,7	Mulai	0	765,667	1246,083	1488,792	1731,500
	Selesai	765,667	1246,083	1488,792	1731,500	1974,208

Untuk job pada WC VII (tj,7) ini tidak digabungkan pada perhitungan makespan job keseluruhan karena pekerjaan pada WC VII ini (pembuatan dowell) dapat dilakukan secara terpisah tanpa menunggu WC yang sebelumnya selesai dikerjakan. Jadi nilai makespan yang diambil dari perhitungan total waktu penyelesaian (makespan) produksi daun pintu adalah waktu penyelesaian terbesar dari semua tipe. Dengan aturan *Le Campbell Dudek and Smith* (CDS) ini, besar makespan didapat sebesar 32460,656 menit = 541,011 jam = 22,542 hari \approx 23 hari kerja.

Dari keadaan diatas dapat dianalisis bahwa metode penjadwalan yang diterapkan perusahaan belum tepat untuk memenuhi seluruh order agar tepat waktu sesuai dengan due date yang ditentukan customer yaitu selama 20 hari.

Berdasarkan hasil penjadwalan pekerjaan berdasarkan metode algoritma simulated annealing diperoleh hasil pengurutan job dengan nilai makespan yang terbaik (paling kecil) dan dijadikan sebagai alternatif jadwal produksi usulan bagi perusahaan. Urutan job terbaik yang diperoleh adalah Napoleon 6P, Carolina 6P, Colonial 6P, Colonial 8P, dan Colonial 4P. Perhitungan nilai makespan dari urutan job tersebut ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Urutan job ini dipilih karena pada urutan job didapatkan nilai makespan terkecil yaitu pada pertukaran job untuk $T_0 = 1900$. Iterasi job dilakukan sebanyak 30 kali dengan kombinasi urutan job yang didapat secara random.

Iterasi ke-i	Urutan Job	Nilai Makespan	ΔS	Bil. Random	Prob. Penerimaan	Keterangan
1	3-4-1-2-5	30592,839	-1867,817	*	*	Diterima
2	4-2-3-1-5	28103,345	-2489,494	*	*	Diterima
3	4-5-3-2-1	27990,768	-112,577	*	*	Diterima
4	2-5-4-1-3	28744,800	754,032	0,052	0,023	Ditolak
5	3-2-1-4-5	28726,133	735,365	0,309	0,025	Ditolak
6	2-5-4-3-1	27990,772	0,004	0,581	1,000	Diterima
7	1-3-5-4-2	33031,872	5041,100	0,466	0,000	Ditolak
8	3-1-2-5-4	31215,633	3224,861	0,494	0,000	Ditolak
9	5-4-1-2-3	30468,633	2477,861	0,525	0,000	Ditolak
10	4-5-3-1-2	29794,812	1804,040	0,223	0,000	Ditolak
11	3-2-4-5-1	27990,772	0	*	*	Diterima
12	2-4-1-3-5	29348,373	1357,601	0,852	0,001	Ditolak
13	2-3-5-1-4	27940,273	-50,499	*	*	Diterima
14	3-4-5-1-2	29794,812	1854,539	0,568	0,000	Ditolak
15	3-2-4-1-5	28103,343	163,070	0,320	0,442	Diterima
16	2-1-4-5-3	29971,163	1867,820	0,460	0,000	Ditolak
17	4-2-5-1-3	27979,133	-11,639	*	*	Diterima
18	1-4-5-2-3	32460,663	4481,530	0,788	0,000	Ditolak
19	1-3-5-2-4	32460,663	4481,530	0,548	0,000	Ditolak
20	1-5-4-3-2	33031,872	5052,739	0,437	0,000	Ditolak
21	2-3-4-5-1	27990,772	11,639	0,133	0,943	Diterima
22	2-5-4-1-3	27979,133	-11,639	*	*	Diterima
23	1-2-3-5-4	32460,663	4481,530	0,656	0,000	Ditolak
24	5-4-3-1-2	29794,812	1815,679	0,945	0,000	Ditolak
25	5-4-2-3-1	27990,772	11,639	0,039	0,943	Diterima
26	4-1-3-5-2	32409,082	4418,310	0,114	0,000	Ditolak
27	4-3-1-2-5	30592,843	2602,071	0,676	0,000	Ditolak
28	2-4-1-5-3	29348,373	1357,601	0,264	0,001	Ditolak
29	2-1-3-4-5	29971,163	1980,391	0,651	0,000	Ditolak
30	3-5-2-4-1	27990,772	0	*	*	Diterima
24	3-1-5-4-2	31786,842	3796,070	0,219	0,000	Ditolak
25	3-2-1-4-5	28726,133	735,361	0,469	0,021	Ditolak
26	3-2-1-5-4	28726,133	735,361	0,096	0,021	Ditolak
27	3-2-4-1-5	28103,343	112,571	0,893	0,553	Ditolak
28	3-2-4-5-1	27990,772	0,000	*	*	Diterima
29	3-2-5-1-4	27940,273	-50,499	*	*	Diterima
30	3-2-5-4-1	27990,772	50,499	0,089	0,767	Diterima

Pada temperatur $T = 190$, Jumlah maksimum sukses adalah 15 iterasi. Solusi terbaik berada pada iterasi ke- 5, 15 dan 29 dengan besar *Makespan* yang dihasilkan adalah 27940,273. Sedangkan solusi sekarang (S) = 27990,772.

Kemudian setelah iterasi mencapai 30 kali ($L = 30$), maka dilanjutkan penurunan temperatur dari $T = 190$ menjadi $T = 190 \times 0,95 = 180,5$. Hasil iterasi pertukaran urutan *job* untuk mencari solusi baru untuk temperatur $T = 180,5$ yang mana semua solusi baru di tolak

Dari seluruh iterasi yang telah dilakukan, solusi terbaik yang didapat pada $T = 190$ yaitu pada iterasi ke-5, 15, dan 29 dengan nilai $S = 27940,273$ menit. Nilai *Makespan* ini bernilai sama untuk urutan *job* 2-3-5-1-4, 2-5-3-1-4, dan 3-2- 5-1-4. Urutan *job* terbaik yang diusulkan untuk produksi daun pintu adalah 2-5-3-1-4 yaitu Napoleon 6P, Carolina 6P, Colonial 6P, Colonial 8P, dan Colonial 4P. Total *Makespan*-nya adalah 27.940,273 menit = 19,43 \approx 8 2h0ari hari.

Nilai total *Makespan* berdasarkan metode algoritma *Simulated Annealing* adalah 27.940,273 menit = 465,671 jam = 19,403 hari \approx 20 hari. Karena lama due date selama tepat 20 hari dan *Makespan* (total pengerjaan *job*) selama 19,403 hari, maka *order* dapat terpenuhi dan tidak terjadi keterlambatan.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. XYZ dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Total *Makespan* yang didapat dari metode penjadwalan inisial aktual yang diterapkan di PT. XYZ dengan metode Least Slack Time sebesar 32.460,656 menit atau selama 23 hari kerja dengan urutan *job* Colonial 8P, Napoleon 6P, Carolina 6P, Colonial 6P, dan Colonial 4P. Dengan urutan *job* ini maka pengerjaan *order* tidak terpenuhi tepat waktu, yaitu terlambat selama 3 hari dari 20 hari standar due date dari customer.
2. Dengan penjadwalan usulan dengan metode algoritma *Simulated Annealing* didapat satu regulasi iterasi yang menghasilkan urutan *job* Napoleon 6P, Carolina 6P, Colonial 6P, Colonial 8P, dan Colonial 4P dengan total *Makespan* sebesar 27.940,273 menit = 465,671 jam = 19,403 hari \approx 20 hari. Dapat disimpulkan dengan metode ini penjadwalan *job* dapat terpenuhi, dan tidak terjadi keterlambatan.
3. Waktu proses pada stasiun kerja pembuatan dowell (WC VII) dapat dikerjakan secara terpisah tanpa harus menunggu penyelesaian stasiun kerja sebelumnya. Dan nilai total *Makespan*-nya adalah sebesar 1.974,208 menit, dan nilainya lebih kecil dari *Makespan* keseluruhan yaitu 27.940,243 menit

Referensi

Rosnani Ginting dan Bayu Suwandira / EE Conference Series 02 (2019)

- [1] D.A Damanik.2006. *Penjadwalan Produksi Dengan Metode Simulated Annealing Pada Unit Produksi Daun Pintu Di PT. XYZ*. Medan : Teknik Industri USU
- [2] R Ginting. 2009. *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] M Firdaus Dkk. 2015. *Penjadwalan Flowshop Dengan Menggunakan Simulated Annealing*. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang
- [4] J.A Siallagan, Dkk. 2013. *Penjadwalan Flow Shop Untuk Meminimasi Makespan Menggunakan Algoritma Hybrid Simulated Annealing*. Bandung : Institut Teknologi Telkom, Bandung